

# **LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**

**Eduardo Trindade**  
**15.out.2015**

# Temas abordados

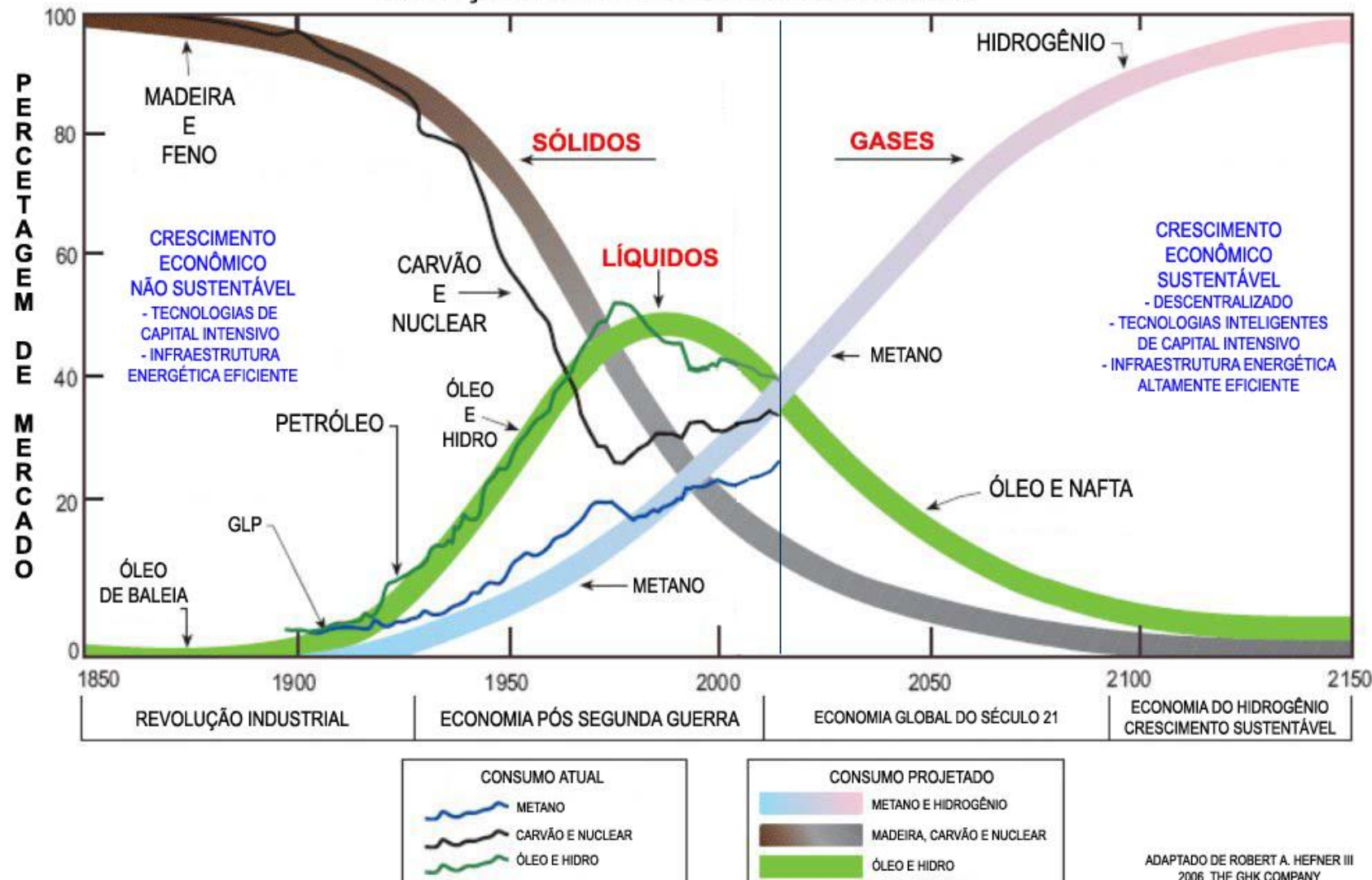
---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS - BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**

# ONDAS DA ENERGIA GLOBAL

## A ERA DA ENERGIA DOS GASES

### TRANSIÇÃO DOS SISTEMAS NA ENERGIA GLOBAL



ADAPTADO DE ROBERT A. HEFNER III  
2006, THE GHK COMPANY

# MERCADO

GARANTIA DE  
FORNECIMENTO  
CONTÍNUO

+

QUALIDADE  
CONTROLADA DO  
PRODUTO



## LABORATÓRIO DE CONTROLE

# GARANTIA DE FORNECIMENTO CONTÍNUO

## Antes da implantação de sistemas de biodigestão anaeróbia

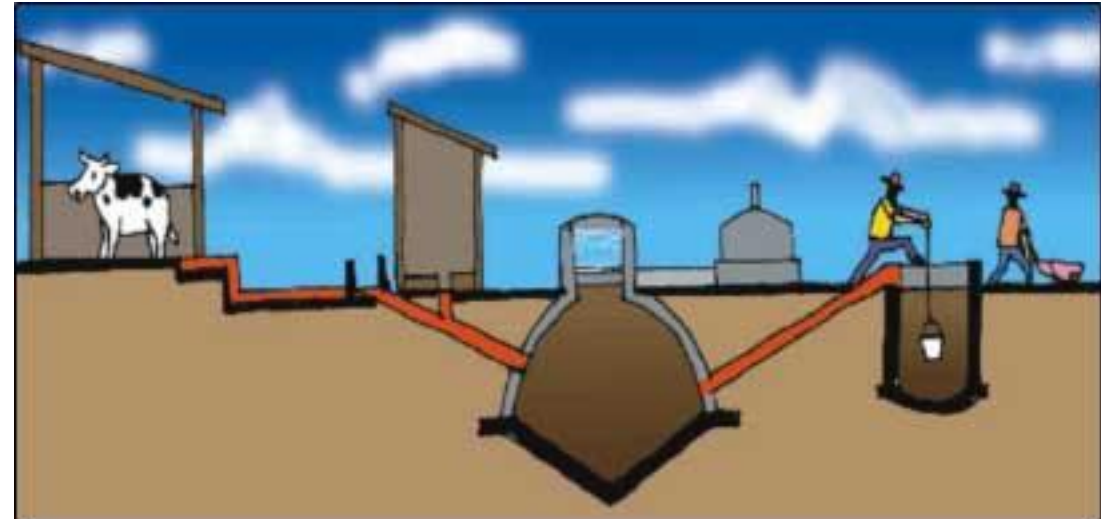
- ✓ Identificar resíduos/substratos com potencial de produção de biogás e de metano.
- ✓ Possibilitar o estudo de viabilidade de implantação de uma unidade geradora de biogas.



# GARANTIA DE FORNECIMENTO CONTÍNUO

## No monitoramento de sistemas de biodigestão anaeróbia

- ✓ Acompanhar se a partida do biodigestor está sendo realizada com sucesso.
- ✓ Identificar possíveis instabilidades de biodigestores anaeróbios antes de um problema acontecer.
- ✓ Monitorar a operação de um biodigestor, estabelecer melhorias no manejo e ajudar a manter o processo estável.



# QUALIDADE CONTROLADA DO PRODUTO

---

## **Durante a produção do biogás**

- ✓ Identificar a qualidade do gás em termos de teor de metano.
- ✓ Identificar a qualidade da produção em termos de teor de gases fixos.
- ✓ Identificar a corrosividade do gás em termos de teor de gás sulfídrico.

## **Durante a produção de biometano**

- ✓ Acompanhar a qualidade do processo de filtração / purificação do biogas.
- ✓ Identificar a qualidade do gás em termos de teor de metano.
- ✓ Identificar a qualidade da produção em termos de teor de contaminantes específicos.



# Temas abordados

---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**



# ENSAIOS EM BIOMASSA:

---

Os principais ensaios realizados em laboratório, necessários para monitoramento de parâmetros que indicam a estabilidade do processo de digestão anaeróbia ou para estimar seu potencial de produção de biogás/metano são:

- ✓ Sólidos totais, fixos e voláteis.
- ✓ Potencial metanogênico bioquímico específico (PME).

# ENSAIOS EM BIOMASSA:

---

## SÓLIDOS TOTAIS (ST):

O teste de Sólidos Totais ou Matéria Seca é realizado para se interpretar quantitativamente a presença total de matéria que não seja água. Indica se estou utiliza-se a quantidade correta de água para solubilizar/diluir o meu substrato.



# ENSAIOS EM BIOMASSA:

---

## SÓLIDOS FIXOS (SF):

O resultado obtido na determinação dos Sólidos Totais é submetido à ignição a 550°C. A fração orgânica volatiliza-se, e a fração inorgânica permanecerá como cinzas ou sólidos totais fixos.

É um parâmetro importante para verificar o acúmulo de lodo inerte dentro de um biodigestor.



# ENSAIOS EM BIOMASSA:

---

## SÓLIDOS TOTAIS VOLÁTEIS (SV):

Refere-se ao conteúdo orgânico dos sólidos (matéria biodegradável). É obtido pela diferença entre o resultado dos Sólidos Totais e o resultado dos Sólidos Fixos. Quanto maior a quantidade de matéria biodegradável, maior é o potencial de produção do Biogás.

O monitoramento deste parâmetro na entrada e saída de um biodigestor auxilia na verificação da degradação efetiva do substrato e no estabelecimento da carga orgânica diária.

# ENSAIOS EM BIOMASSA:

SÓLIDOS TOTAIS VOLÁTEIS (SV):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
5	DADOS DA AMOSTRA					ST, SF E SV (%)										ST (g/kg) - SF E SV BASE SECA (g/kg)					
	Amostra	Data início ensaios	Controle	Descrição	Outras informações	Tara Cadinho (g)	Massa Inicial MF (g)	Massa Final Sólidos totais (g)	ST (%)	Massa Final Sólidos Fixos (g)	SF (%)	Média SF (%)	Média ST (%)	Sólidos Voláteis (%)	Relação ST e SV	ST (g/kg)	Média ST (g/kg)	SF (g/kg)	Média SF (g/kg)	SV (g/kg)	Média SV (g/kg)
6																					
88	272	27/01/15		4		48,4449	21,8094	49,1808	3,37	48,6290	25,02	2,32%	2,47%			33,74		250,17		749,83	
89						54,2440	25,2154	55,0954	3,38	54,4553	24,82	24,76	3,40	75,24	2,56	33,77	34,03	248,18	247,59	751,82	752,41
90						51,2382	28,5813	52,2266	3,46	51,4798	24,44					34,58		244,44		755,56	

	Número da amostra		INÓCULO		Proporção da mistura		Descrição	SV (relação)	1,75%
					Amostra	: Inóculo	do Inóculo	% MS	2,68%
	Descrição		Número da amostra		1	: 3	Massa inicial		
					Amostra	: Inóculo	do Inóculo	Massa inicial da amostra	Relação MS X SV
4-1	Amostra 4		272		1	: 3	200	45,573	2,56%
4-4					1	: 3	200	#DIV/0!	

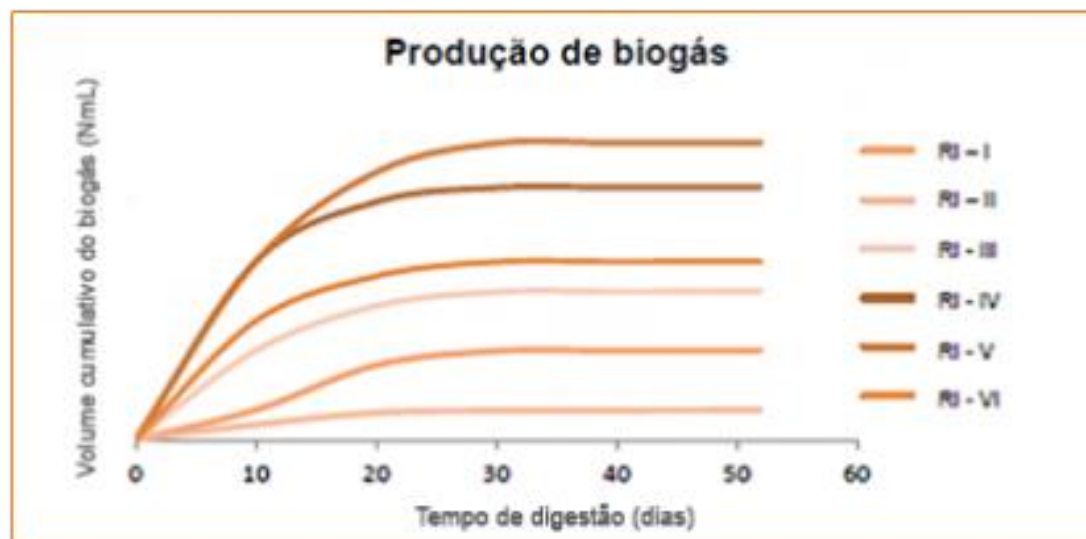
# ENSAIOS EM BIOMASSA:

## POTENCIAL METANOGÊNICO BIOQUÍMICO ESPECÍFICO:

Essa ensaio determina o potencial de produção do biogás e metano pela decomposição microbológica dos sólidos voláteis de qualquer matéria orgânica. Resultado expresso em LN de biogás ou metano por quilograma de SV, de acordo com a norma VDI 4630. **Inóculo específico.**

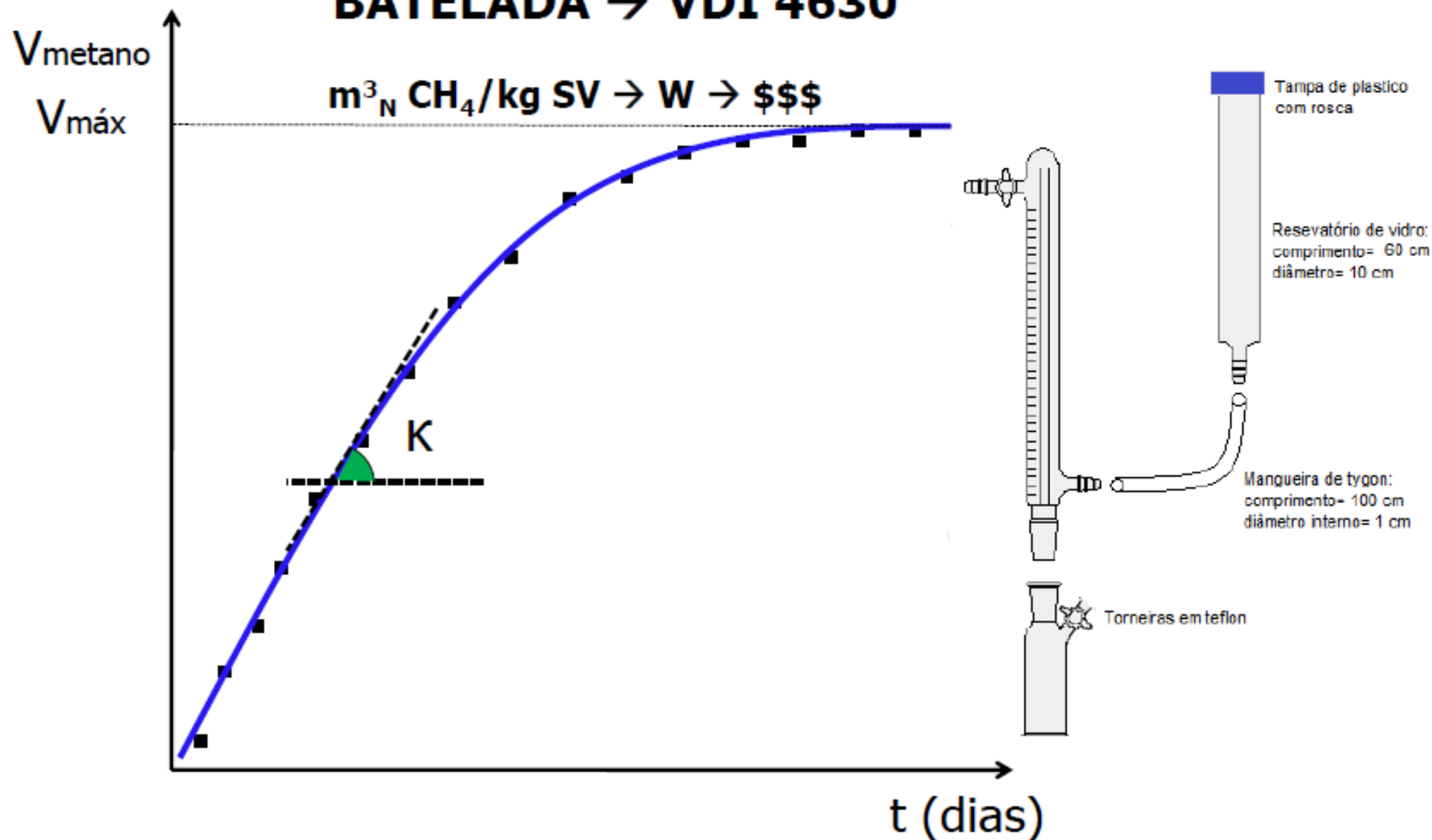


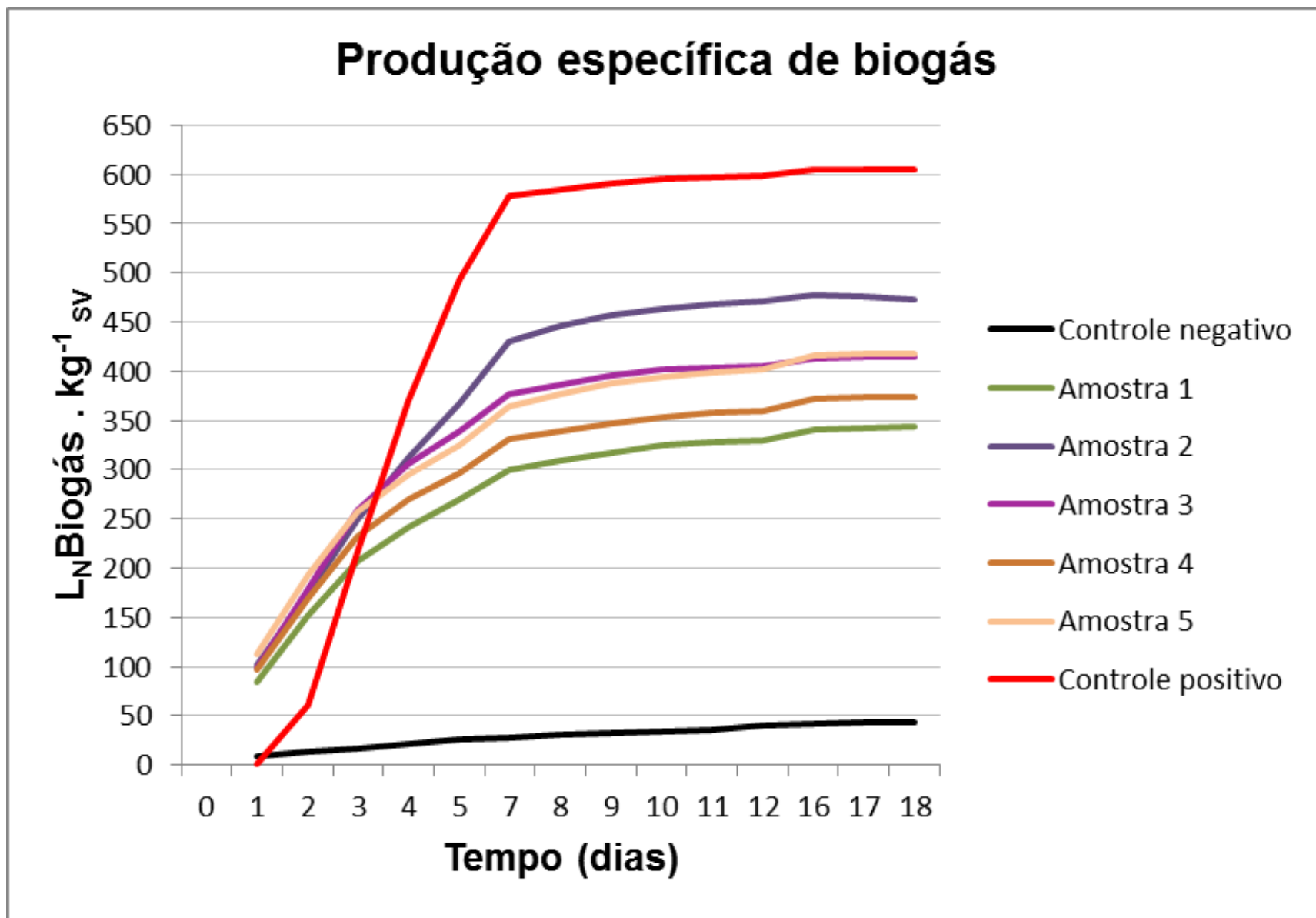






# Testes de potencial metanogênico específico BATELADA → VDI 4630





# ENSAIOS DE APOIO:

---

Alguns ensaios realizados em laboratório fornecem informações operacionais dos sistemas de biodigestão e são realizados sob demanda específica, ou de forma menos contínua:

- ✓ pH.
- ✓ Alcalinidade.
- ✓ DQO.
- ✓ Sólidos sedimentáveis.
- ✓ Sulfatos.

# ENSAIOS DE APOIO:

pH:



pH	7 - 8	Processo estável
	< 7	Capacidade de degradação dos ácidos graxos voláteis reduzidas
	> 8	Favorece ao acúmulo de amônia

# ENSAIOS DE APOIO:

## ALCALINIDADE

É a determinação de compostos químicos (Bicarbonatos, Hidróxidos e Carbonatos). Ela é importante, pois, conforme as bactérias produzem ácidos e dióxido de carbono, implicando na diminuição do pH, o carbonato/bicarbonato consomem estes ácidos, impedindo grande flutuações de pH (efeito tampão).

- ✓ Auxilia no controle do pH (tampão).



# ENSAIOS DE APOIO:

---

## DQO - DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO:

É definida como a quantidade de um oxidante químico específico que reage com a amostra, sob condições controladas de temperatura. Esse método é usado como uma mensuração matéria orgânica, é um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica suscetível de ser oxidada por meios químicos que existam em uma amostra líquida.

Ensaio aplicado em amostras na entrada e na saída do biodigestor para verificação da qualidade da fermentação.

# ENSAIOS DE APOIO:

---

## SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS:

É definida como a quantidade de sólidos permanentes ao final de um processo de centrifugação forçada e apoia a decisão de limpeza ou acompanhamento do processo de assoreamento de um biodigestor.

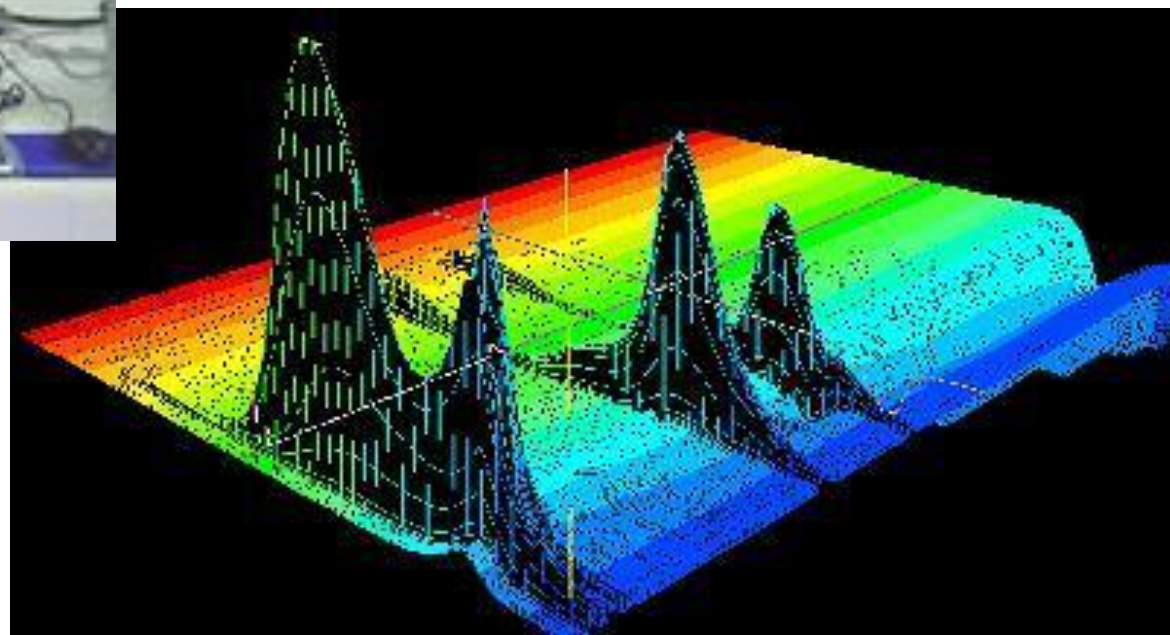


# ENSAIOS EM BIOGÁS:

Descrição	Fórmula	Concentracao
Metano	CH <sub>4</sub>	50 - 75 Vol.-%
Gás Carbônico	CO <sub>2</sub>	25 - 45 Vol.-%
Vapor de Água	H <sub>2</sub> O	2 – 7 Vol.-%
Oxigênio	O <sub>2</sub>	< 2 Vol.-%
Nitrogênio	N <sub>2</sub>	< 2 Vol.-%
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	< 1 Vol.-%
Gás de hidrogênio	H <sub>2</sub>	< 1 Vol.-%
Sulfeto de hidrogênio	H <sub>2</sub> S	20 – 20.000 ppm

# ENSAIOS EM BIOMETANO ANP8/2015:

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE		MÉTODO		
		Região Norte - Urucu	Demais Regiões	NBR	ASTM	ISO
Metano	% mol.	90,0 a 94,0 (2)	96,5 mín.	14903	D1945	6974
Oxigênio, máx.	% mol.	0,8	0,5	14903	D1945	6974
CO <sub>2</sub> , máx.	% mol.	3,0	3,0	14903	D1945	6974
CO <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> , máx.	% mol.	10,0	3,5	14903	D1945	6974
Enxofre Total, máx.(3)	mg/m <sup>3</sup>	70	70	15631	D5504	6326-3 6326-5 19739
Gás Sulfídrico (H <sub>2</sub> S), máx.	mg/m <sup>3</sup>	10	10	15631	D5504 D6228	6326-3 19739
Ponto de orvalho de água a 1atm, máx.	°C	-45	-45	15765	D5454	6327 10101-2 10101-3 11541 (4)



# Temas abordados

---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**

# COLETA:

---

- ✓ Amostras coletadas nas condições que serão aplicadas no biodigestores. Alteração de procedimentos deve gerar novas medições.
- ✓ Acondicionamento em temperature  $< 10$  oC.
- ✓ Ensaio de alcalinidade e DQO em menos que 24h.
- ✓ Outros ensaios em até 7 /10 dias desde que acondicionadas.
- ✓ Limitações de distância são função da capacidade de acondicionamento.
- ✓ Observar que normalmente um biodigestor começa operação sem inóculo, levando-se de 6 a 8 meses até adaptação total.

# Temas abordados

---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**

# APLICAÇÃO DOS RESULTADOS:

Categoria Animal	Geração de Biogás					
	Nº de animais	TC,dia	TC,ano	Fator biogás	Produção de biogás por dia	Produção de biogás por ano
	cabeças	horas	dias	m³/dia	m³/dia	m³/ano
<b>Bovinos</b>						
Vaca (Bovino de leite)	1	4	305	0,0377	0,1507	11,4919
Boi (Bovino de corte)	1	24	365	0,0188	0,4513	6,8635
Bezerros/Novilhas	1	12	365	0,0071	0,0858	2,6089
Touro (Reprodutor)	1	-	-	0,0000		
<b>Suínos</b>						
Fêmeas (Maternidade)	1	24	365	0,0043	0,1020	1,5515
Demais Fêmeas	1	24	365	0,0000	0,0000	0,0000
Leitões (Creche)	1	24	365	0,0013	0,0308	0,4689
Terminação	1	24	330	0,0061	0,1467	2,0173
Machos (Reprodutor)	1	24	365	0,0056	0,1342	2,0415



# APLICAÇÃO DOS RESULTADOS:

---

- ✓ **CONSIDERAR AS PROPORÇÕES DIFERENCIADAS ENTRE ENSAIO DE LABORATÓRIO E CONDIÇÕES DE CAMPO.  
FATOR 70% EM NOSSOS CASOS.**
- ✓ **CONSIDERAR A ESCALA DA OPERAÇÃO EM COMPARAÇÃO COM O LABORATÓRIO.  
EFEITO DISPERSÃO DA BIOMASSA E DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA, ETC.**
- ✓ **CONSIDERAR A VARIABILIDADE DE OPERAÇÃO PELO PRODUTOR.**



# Temas abordados

---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**

# ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA

---

## ESTRUTURA FÍSICA

- ✓ Atender aos requisitos de segurança e higiene do trabalho compatível com os requisitos técnicos das atividades executadas.
- ✓ Instalações e condições adequadas, evitando com isto a deterioração, perda ou dano dos itens materiais/amostras/equipamentos.
- ✓ Garantia das condições ambientais do laboratório com utilização de condicionadores de ar, sistemas de aquecimento com controladores de temperatura em cubas e estufas, fornos e placas de aquecimento;
- ✓ Isolamento de atividades incompatíveis ou com risco de contaminação e utilização de capelas de exaustão.

# ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA

---

## SEGURANÇA OPERACIONAL NAS INSTALAÇÕES

O laboratório deverá conter no mínimo os seguintes dispositivos de segurança para eventuais acidentes:

- ✓ Extintores de gás carbônicos classes B e C.
- ✓ Chuveiro e lava olhos de emergência.
- ✓ Saída de emergência.
- ✓ Capela de exaustão de gases.
- ✓ Sistema de exaustão forçada.

# ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA

---

## EQUIPAMENTOS

- ✓ Estrutura mínima para a realização dos ensaios de PME: equipamentos, reagentes e vidrarias básicas para laboratório de ensaios gravimétrico e físico-químicos (mufla, estufa, pHmetro, agitador, triturador); no mínimo nove conjunto de vidrarias (digestores e eudiômetros), para a realização de uma amostra em triplicata, com controle positivo e negativo de produção de biogás e ainda, leitor de gases (infravermelho ou cromatógrafo gasoso).
- ✓ Todas as vidrarias e equipamentos deverão ser manuseados/operados por pessoal autorizado e qualificado, garantindo assim a integridade dos mesmos e a confiabilidade dos resultados. Sugere-se que os equipamentos e vidrarias críticos sejam calibrados.









# ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA

---

## RECURSOS HUMANOS

É fundamental que o laboratório a ser implantado possua:

- ✓ Pessoal técnico qualificado, com experiência laboratorial e educação formal suficiente para a execução das atividades que lhes são confiadas. Deverão conhecer os procedimentos estabelecidos e ter consciência dos fatores operacionais e ambientais que influenciam nos resultados de seus trabalhos.
- ✓ É imprescindível o treinamento técnico específico para o ensaio PME, sendo habilitados a utilizar os equipamentos, realizar ensaios e efetuar cálculos necessários para a obtenção dos resultados.
- ✓ Acessórios necessários para garantir a segurança individual dos seus profissionais, tais como óculos de proteção, luvas, jaleco e calça.



# Temas abordados

---

- ✓ **IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE BIOMASSA – BIOGÁS – BIOMETANO**
- ✓ **ENSAIOS IMPORTANTES PARA O ESCOPO DO LABORATÓRIO**
- ✓ **COLETA**
- ✓ **APLICAÇÃO DOS RESULTADOS**
- ✓ **ESTRUTURA LABORATORIAL NECESSÁRIA**
  - ✓ **ESTRUTURA FÍSICA**
  - ✓ **SEGURANÇA OPERACIONAL DAS INSTALAÇÕES**
  - ✓ **EQUIPAMENTOS**
  - ✓ **RECURSOS HUMANOS**
- ✓ **GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS**

# GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS

---

O laboratório deverá ter sistemáticas e procedimentos para monitorar a qualidade dos resultados dos ensaios realizados, contemplando o planejamento destas atividades para o monitoramento, bem como a implementação de melhorias.

Dentre estes métodos pode-se utilizar:

- ✓ Uso regular de padrões materiais de referência certificados e/ou controle interno da qualidade, utilizando materiais de referência secundários.
- ✓ Participação em programas de comparação interlaboratorial.

# Obrigado!

